

УДК 519.178: 004.9

О НЕКОТОРЫХ СВОЙСТВАХ ГРАФОВ СОТРУДНИЧЕСТВА УЧЁНЫХ В MATH-NET.RU

А. А. Печников¹ [0000-0002-0683-0019], Д. Е. Чебуков² [0000-0001-9738-8707]

¹Институт прикладных математических исследований – обособленное подразделение ФИЦ «Карельский научный центр Российской академии наук», г. Петрозаводск

² Математический институт им. В.А. Стеклова Российской академии наук, г. Москва

¹pechnikov@krc.karelia.ru, ²tche@mi-ras.ru

Аннотация

Проведено исследование двух графов научного сотрудничества, построенных на основе соавторства и цитирования по данным Общероссийского математического портала Math-Net.Ru. Граф научного сотрудничества на основе цитирования представляет собой ориентированный граф без петель и кратных ребер, вершинами которого являются авторы публикаций, а дуги связывают их, когда имеется хотя бы одна публикация первого автора, цитирующая публикацию второго автора. Граф соавторства – это неориентированный граф, в котором вершинами являются авторы, а ребра фиксируют соавторство двух авторов хотя бы в одной статье. Проводится традиционное исследование основных характеристик обоих графов: диаметр и среднее расстояние, компоненты связности и кластеризация. В обоих графах мы наблюдаем схожую структуру связности – наличие гигантской компоненты и большое количество маленьких компонент. Отмечается сходство и различие научного сотрудничества через соавторство и цитирование.

Ключевые слова: научное сотрудничество, цитирование, соавторство, граф, математический портал Math-Net.Ru

ВВЕДЕНИЕ

Социальные сети активно изучаются в течение, по крайней мере, шестидесяти лет из-за присущего интереса в повторяющихся элементах человеческого

взаимодействия, и потому, что их структура имеет большое значение для распространения информации. Сети научного сотрудничества являются примерами таких сетей. В контексте данной статьи термин «сеть» понимается не как веб-инструмент сотрудничества типа ResearchGate (www.researchgate.net), а как виртуальная «социальная сеть», включающая некий круг знакомых индивидуума и социальных связей между людьми.

Научная работа, как один из наиболее интеллектуально требовательных и сложных видов человеческой деятельности, не может быть просто оценена по единой универсальной схеме. Изучение научных связей ученых, структуры и динамики развития научных сообществ дает возможность оценивать тенденции развития различных научных направлений, идентифицировать персоны, научные центры и научные школы, выявлять взаимосвязи.

В работе [1] отмечается, что «... изучение сетей цитирования как окна в науку представляет собой проверенную временем традицию». Достаточно условно можно обозначить три аспекта исследований, а именно, – собственно сети цитирования/соавторства, структура сложных сетей и динамика сложных сетей, – ведущиеся на фоне анализа социальных сетей [2] и библиометрии [3], имеющих долгую совместную историю, и которые часто невозможно отделить друг от друга.

Одними из часто исследуемых сетей научного сотрудничества являются сети соавторства, возможно, из-за изначальной очевидности определения «знакомства» учёных. Приведем полностью определение отношения соавторства по Ньюману: «Мы изучаем сети ученых, в которых два ученых считаются связанными, если они совместно написали статью. Это кажется разумным определением научного знакомства: большинство людей, которые написали статью вместе, будут хорошо знать друг друга. Это – умеренно строгое определение, так как есть много ученых, которые знают друг друга до некоторой степени, но никогда не сотрудничали в написании статьи» [4].

Вопросы соавторства и цитирования часто рассматриваются для конкретных электронных хранилищ, что очень важно, когда после этапов построения и исследования формальной модели реальной сети сотрудничества переходят к этапу содержательной интерпретации полученных результатов. Например, в

упомянутой работе [4] изучается граф сотрудничества, построенный на основе соавторства в Los Alamos e-Print Archive, Networked Computer Science Technical Reference Library и ряде других электронных баз. Определяются такие характеристики построенных графов, как количество авторов, размерность гигантской компоненты, среднее расстояние и диаметр, коэффициент кластеризации, показатели распределения степеней вершин.

Несмотря на большой объем проделанной работы, тема представляется неисчерпаемой, никакой единой теории сетей научного сотрудничества не построено, исследования конкретных электронных библиотек приносят новые, порой неожиданные результаты, расширяется спектр применяемых теоретических подходов и методов, появляются новые технические и программные возможности. Хороший обзор публикаций на английском языке дается в работе [5].

В данной работе исследуются графы научного сотрудничества учёных, построенные на основе сведений из базы данных Общероссийского математического портала Math-Net.Ru (<http://www.mathnet.ru>), известного веб-ресурса, содержащего богатую коллекцию полнотекстовых архивов ведущих российских математических журналов и информацию об их авторах. По данным на 30 марта 2020 года на портале зарегистрировано 119139 авторов, 238733 научных статьи из 135 журналов (периодических изданий). Ключевым элементом реляционной базы данных (используется СУБД MSSQL) является таблица, содержащая метаданные статей. Изначально база создавалась таким образом, что авторы и аффилиации содержались в отдельных таблицах, и таблица статей соединялась с таблицами авторов и аффилиаций посредством связи «один ко многим». Каждый автор статьи и каждая аффилиация являются уникальными элементами базы данных, которые объединяются в таблицы персоналий и организаций. Данный подход позволяет для каждого автора выбрать список его публикаций по его коду (`author_id`), а не поиском по фамилии, как реализовано в Web of Science и некоторых других библиографических ресурсах. База персоналий с их привязкой к статьям легко позволяет выбрать авторов одних и тех статей – соавторов, а также авторов, работающих индивидуально, то есть не имеющих соавторов.

Информационная система Math-Net.Ru также индексирует списки литературы и хранит их в базе данных в структурированном виде [6]. Списки литературы всех публикаций объединены в одну таблицу базы данных, в которой в от-

дельных колонках хранятся данные об авторе, названии, годе, томе, страницах цитируемой публикации. Каждой индивидуальной ссылке соответствует одна запись в таблице. Такой подход облегчает задачу автоматического проставления гиперссылок на библиометрические базы данных, решает задачу поиска обратных ссылок, а также позволяет автоматически экспортировать ссылки в разные форматы: PDF, XML, HTML. Среди гиперссылок с элементов списков литературы есть и ссылки на статьи, индексированные в базе публикаций Math-Net.Ru. Таким способом осуществляется связь между цитирующей и цитированной статьями.

Перенесем утверждение Ньюмана [4] на цитирование и будем считать, что один учёный «знает» (не обязательно лично) другого ученого, если в своей статье он сделал ссылку на работу этого ученого (обратное неверно). Исходя из сказанного, в нашем случае в графах научного сотрудничества, построенных на основе соавторства и цитирования, дуги (рёбра) имеют кратность 1, поскольку мы не ставим задачу изучения силы сотрудничества в зависимости от количества статей, написанных в соавторстве или ссылок от одного автора на статьи другого.

В работе построены два вида графов научного сотрудничества на основе данных о цитировании и соавторстве в Math-Net.ru. Проводится традиционное исследование основных характеристик обоих графов, таких как степени и значимость вершин, диаметр и среднее расстояние, компоненты связности и кластеризация, и обсуждаются их сходство и различие.

1. ГРАФ НА ОСНОВЕ ЦИТИРОВАНИЯ

По данным Math-Net.Ru мы можем сформировать базу данных цитирования с записями (в несколько упрощенном виде):

`<autor_citing><paper_citing><paper_cited><autor_cited>`,

то есть цитирующий автор и публикация, в которой сделана ссылка, и, соответственно, публикация, на которую сделана ссылка, и ее автор. На рис. 1 а) приведен граф цитирования, где буквами «а» с номером обозначены авторы, а буквой «р» с номером – публикации. К примеру, авторы a_1 и a_2 являются соавторами статьи p_1 , в которой сделана ссылка на статью p_3 , авторами которой являются a_1 и a_3 . Таким образом, из графа цитирования получаем 5 ссылок, связывающих ученых: $a_1 \rightarrow a_1$, $a_1 \rightarrow a_3$, $a_2 \rightarrow a_1$, $a_2 \rightarrow a_3$ и еще раз $a_2 \rightarrow a_3$. Самоцитирование нас

далее не интересует, как не интересуют и кратные дуги, не влияющие на связность графа, поэтому граф на рис. 1 б) содержит три вершины и три дуги.

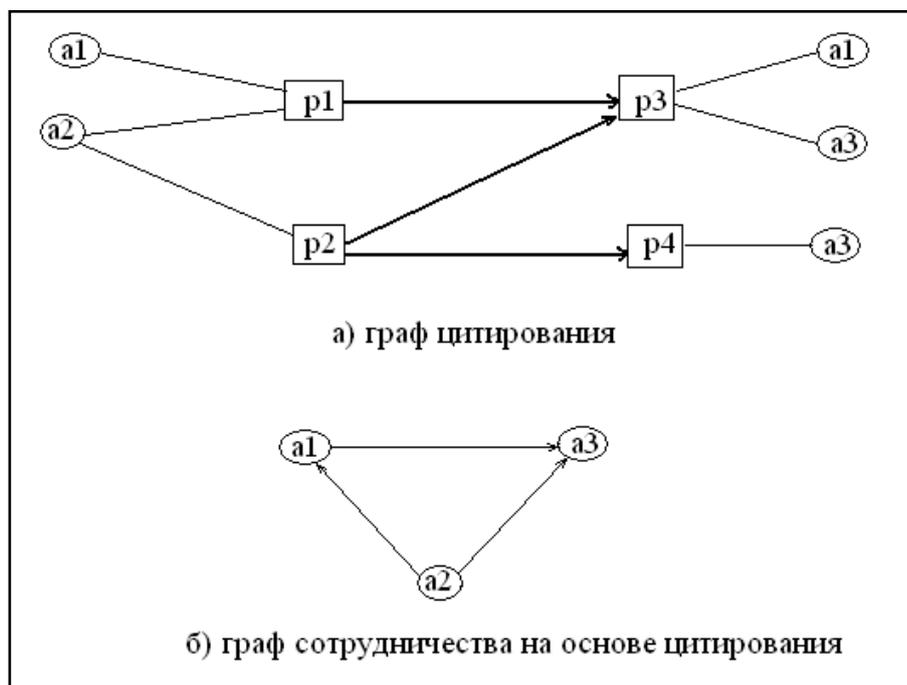


Рисунок 1. Граф цитирования и построенный на его основе граф сотрудничества

База данных цитирования Math-Net.Ru содержит более 1 млн. записей, из них 862476 не являются самоцитированиями. Из 120 тысяч авторов, зарегистрированных в Math-Net.Ru, 52728 ссылаются в своих работах на работы коллег или имеют такие ссылки от коллег на свои работы, проиндексированные на портале. Речь идет о более 12 тысячах статей, проиндексированных в Math-Net.Ru и написанных индивидуально или в соавторстве авторами, зарегистрированными на портале, в которых имеются ссылки на более чем 18 тысяч статей, также проиндексированных в Math-Net.Ru и написанных индивидуально или в соавторстве. С учетом пересечения двух указанных множеств статей (цитирующих и цитируемых) всего обработано 19729 статей.

Построенный граф сотрудничества, который обозначим G-cit, содержит 52728 вершин и (убрав кратные) 388654 дуги. Очевидно по построению, что G-cit – ориентированный граф без петель и кратных дуг.

Связность является важной характеристикой графа. Сначала на некоторое время забудем об ориентации дуг. В таком неориентированном графе обнаруживается гигантская компонента (максимальная компонента связности – КС), со-

держащая 50931 вершину и 385951 ребро, а вторая по размерности КС содержит только 24 вершины. Всего же граф содержит 504 КС. Диаметр для неориентированного случая равен 17, а средняя длина неориентированного пути (маршрута) – всего 5,515. То есть имеются гигантская компонента и много-много маленьких компонент, не связанных с ней и между собой. Самые удаленные друг от друга вершины гигантской компоненты расположены очень далеко, но средняя длина маршрута среди ее вершин не велика, что свидетельствует о большом количестве коротких маршрутов.

Рассмотрим одну из маленьких компонент связности, состоящую из четырех вершин: 145585 – Наяк Хамса, India; 67904 – Молхаси Али, Iran; 145586 – Кунчам Сям, India; 145587 – Кедукоди Бабушри С, India. Оказывается, первый, третий и четвертый авторы в своей совместной публикации сослались на публикацию второго автора.

Вернемся к ориентированному графу G-cit и рассмотрим только гигантскую компоненту, найденную в неориентированном случае, поскольку остальные компоненты связности не слишком влияют на основные характеристики сильной связности G-cit. Максимальная компонента сильной связности (КСС) этого графа содержит 21108 вершин и 264690 дуг. Диаметр 14, средняя длина пути 5,715.

Следующая по размерности КСС содержит лишь 19 вершин. Всего имеем 643 КСС размерности от 2 до 19, причем больше половины из них (382) – это пары вершин, а 141 – триады.

Несколько проверенных КСС из четырех-шести вершин показывают, что, как правило, это авторы, работающие в одном институте, написавшие две и более совместных статьи, у которых в последующих статьях есть ссылка на хотя бы одну предыдущую.

Интересная особенность реальных сетей заключается в наличии у них свойства кластеризации или структуры в виде сообществ, в соответствии с которым топология графа организована в сообщества (также называемые модулями или кластерами) [7]. Один из теоретически хорошо обоснованных подходов для неориентированных графов к формализации этой проблемы называется кластеризацией на основе плотности связей. Мера модулярности показывает, насколько данное разбиение качественно в том смысле, что существует много дуг, ле-

жащих внутри сообществ, и мало дуг, лежащих вне сообществ, но соединяющих их между собой. Модулярность часто используется для определения качества разбиения графа на сообщества. Мы здесь используем определение меры модулярности Q из [8]. Значение Q лежит в интервале $[-1,1]$ и разбиение считается хорошим, если значение Q больше 0.7.

Для графа G -cit алгоритм, предложенный в [9], дает значение $Q=0.722$. При этом максимальное сообщество содержит 12796 вершин, общее количество сообществ равно 605, самые маленькие сообщества содержат по 2 вершины. Содержательные объяснения по поводу организации маленьких сообществ те же самые, что и в случае КС и КСС.

Если в G -cit оставить только подграф, состоящий из максимальной КС, то значение меры модулярности остается почти тем же, $Q_{CC}=0.724$, но их количество уменьшается до 90, максимальное сообщество содержит 12045 вершин. Самые маленькие сообщества содержат по 3 вершины, их количество равно 10.

Если же в G -cit оставить только подграф, состоящий из максимальной КСС, то получаем $Q_{SCC}=0.687$ и 24 сообщества размерности от 3 до 5472 вершин. Сообщество из трех вершин только одно, все его участники работают в одной организации.

Следующее по величине сообщество содержит 11 вершин, и тут получаем 8 участников из Молдовы, 2 из Испании и 1 из Канады. Содержательно все ссылки сделаны из статей, опубликованных в журнале «Buletinul Academiei de Stiinta a Republicii Moldova. Matematica», на статьи из этого же журнала. Большие сообщества не поддаются содержательной интерпретации с такой же легкостью.

2. ГРАФ НА ОСНОВЕ СОАВТОРСТВА

Обозначим граф научного сотрудничества, построенный на основе данных о соавторстве G -aut. По данным о соавторстве из Math-Net.Ru получаем более 105 тысяч авторов и более 340 тысяч случаев соавторства, то есть пар авторов в том случае, если они совместно написали хотя бы одну статью. Таким образом, имеем неориентированный граф G -aut без петель и кратных ребер, не имеющий изолированных вершин, который содержит 105327 вершин и 340643 ребра.

Основные характеристики графа: плотность очень мала (0.00006), диаметр 24, средняя длина пути 19.062, а средняя степень вершины 6.468.

Степени вершин показывают количество соавторов данного автора. У академика А.М. Прохорова наибольшая степень вершины в этом графе (798), у авторов данной статьи – 9 и 4 соответственно.

Максимальная КС G-aut содержит 79517 вершин, а вторая по размерности компонента содержит 78 вершин. Всего же граф содержит 7939 компонент связности. Как и в случае G-cit, имеются гигантская компонента и еще больше маленьких компонент, не связанных с ней и между собой. При этом количество компонент из двух вершин равно 4115, трёх – 1833, четырёх – 849, пяти – 408, и так далее по убыванию. В сумме «маленькие» КС содержат почти четверть всех вершин графа.

Рассмотрим компоненту из 78 вершин. Оказывается, большую ее часть составляют вершины, идентифицирующие коллег из Самарского государственного университета при участии небольшого числа ученых из других институтов и вузов, ведущих исследования в области органической химии и публикующихся в «Вестнике Самарского университета. Естественнонаучная серия», входящем в раздел «Журналы» Math-Net.Ru.

Несколько произвольно выбранных КС из четырех-шести вершин показывают, что наиболее часто это авторы, работающие в одном институте, имеющие статью в соавторстве. Хотя этот пример нельзя и абсолютизировать, встречаются примеры авторских групп из разных вузов одного города, а иногда (очень редко) из разных городов и стран.

Для графа G-aut алгоритм [9] дает значение $Q=0.857$. Очевидно, столь высокое значение Q объясняется почти восемью тысячами компонент связности: граф просто «распадается» на несвязные части.

Максимальное сообщество содержит 11502 вершины, общее количество сообществ равно 8229, самые маленькие сообщества количеством 4115 содержат по 2 вершины, еще 1833 сообщества по 3 вершины и т. д. Более 20 сообществ имеют от тысячи до почти четырех тысяч вершин. Для содержательной интерпретации представляют интерес сообщества, которые образуются в максимальной КС.

Для максимальной компоненты связности графа G-aut $Q_{cc}=0.842$, то есть тенденция к разбиению на сообщества остается большой. Максимальное сооб-

щество осталось большим (10346 вершины), но общее количество сообществ уменьшилось до 294. При этом исчезли все сообщества размерности 2 и 3, сообществ из четырех вершин оказалось 27, из пяти – 24, а из шести – 19.

3. ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ И ВЫВОДЫ

В работе [10] очень точно сказано, что «... наиболее достоверным источником информации, посвященной любому научному направлению, являются собственно научные публикации, составляющие основное наполнение таких порталов. Эти данные нуждаются в средствах анализа, которые могли бы способствовать упрощению их понимания и оптимизации научного менеджмента».

Исследования математического портала Math-Net.Ru позволяют построить две возможных модели научного сотрудничества на основе данных о цитировании и соавторстве как графов со специфическими свойствами. Представленные модели и некоторые результаты их анализа позволяют упростить процедуры обнаружения сообществ ученых и установления взаимосвязей между сообществами. Графы G-cit и G-aut построены на основании разных подходов, первый отражает сотрудничество через цитирование, а второй – сотрудничество через соавторство. Граф G-cit является ориентированным, а G-aut нет. Графы существенно различаются по мощности множеств вершин и дуг (ребер).

Тем не менее, оба графа имеют схожие черты, такие как очень маленькую плотность, большой диаметр и высокую степень модулярности. Наблюдается схожая структура связности – это наличие гигантской компоненты, содержащей десятки тысяч вершин, вторую по размерности компоненту, в тысячу раз меньшую гигантской, и большое количество маленьких компонент связности. Естественным объяснением этого в том и другом случаях служит то, что «знакомство по цитированию» и «знакомство по соавторству» часто проявляются в небольших коллективах авторов.

Отсюда же следует и объяснение больших значений коэффициента модулярности: графы с такой структурой связности, очевидно, показывают тенденцию к кластеризации в большое количество слабо- или несвязных сообществ.

Обнаружение сообществ как соавторов, так и цитирующих друг друга авторов, на самом деле являющихся соавторами более ранних работ, является хорошим подспорьем для оптимизации научного менеджмента. Как справедливо

заметил Д. Кеннеди, редактор журнала Science, «... команда есть команда, и ее члены должны разделять и заслуги, и упреки» [11].

Установление взаимосвязей между сообществами ученых, занимающихся различными направлениями математики, может способствовать принятию рациональных решений по поощрению междисциплинарной кооперации, в том числе и за счёт грантовой поддержки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Kas M., Carley K.M., Carley L.R.* Trends in science networks: understanding structures and statistics of scientific networks // *Social Network Analysis and Mining*. 2012. No. 2. P. 169–187.
2. *Евин И.А., Хабибуллин Т.Ф.* Социальные сети // *Компьютерные исследования и моделирование*. 2012. Т. 4, № 2. С. 423–430.
3. *Дадалко В.А., Дадалко С.В.* Метрические исследования как форма анализа научной продуктивности // *Аналитика и научное проектирование*. 2019. №2. С. 125–135.
4. *Newman M.E.J.* The structure of scientific collaboration networks // *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*. 2001. No. 98 (2). P. 404–409.
5. *Kas M., Carley K.M., Carley L.R.* Trends in science networks: understanding structures and statistics of scientific networks // *Social Network Analysis and Mining*. 2012. No. 2. P. 169–187.
6. *Chebukov D., Izaak A., Misyurina O., Pupyrev Yu., Zhizhchenko A.* Math-Net.Ru as a digital archive of the Russian mathematical knowledge from the XIX century to today // *Lecture Notes in Comput. Sci.* 2013. Vol. 7961. P. 344–348.
7. *Malliaros F.D., Vazirgiannis M.* Clustering and community detection in directed networks: A survey // *Physics Reports*. 2013. Vol. 533, Iss. 4. P. 95–142.
8. *Newman M.E., Girvan M.* Finding and evaluating community structure in networks // *Physical Review E*. 2004. Vol. 69(2). P 026113.
9. *Blondel V.D., Guillaume J-L., Lambiotte R., Lefebvre E.* Fast unfolding of communities in large networks // *Journal of Statistical Mechanics: Theory and Experiment*. 2008. P 10008.

10. Апанович З.В., Винокуров П.С. Методы и средства визуализации сетей соавторства и сетей цитирования больших научных порталов // Электронные библиотеки. 2011. Т. 14, Вып. 3. <https://elbib.ru/article/view/308>.

11. Kennedy D. Multiple Authors, Multiple Problems // Science. 2003. Vol. 301(5634). P. 733.

ON SOME PROPERTIES OF COLLABORATION GRAPHS OF SCIENTISTS IN MATH-NET.RU

A. A. Pechnikov¹, D. E. Chebukov²

¹ *Institute of Applied Mathematical Research of the Karelian Research Centre of the Russian Academy of Sciences, Petrozavodsk*

² *Steklov Mathematical Institute of RAS, Moscow*

¹pechnikov@krc.karelia.ru, ²tche@mi-ras.ru

Abstract

A study of two graphs of scientific cooperation based on co-authorship and citation according to the all-Russian mathematical portal was conducted Math-Net.Ru. A citation-based scientific collaboration graph is a directed graph without loops and multiple edges, whose vertices are the authors of publications, and arcs connect them when there is at least one publication of the first author that cites the publication of the second author. A co-authorship graph is an undirected graph in which the vertices are the authors, and the edges record the co-authorship of two authors in at least one article. The customary study of the main characteristics of both graphs is carried out: diameter and average distance, connectivity components and clustering. In both graphs, we observe a similar connectivity structure – the presence of a giant component and a large number of small components. The similarity and difference of scientific cooperation through co-authorship and citation is noted.

Keywords: *scientific collaboration, citation, co-authorship, graph, mathematical portal Math-Net.Ru*

REFERENCES

1. *Kas M., Carley K.M., Carley L.R.* Trends in science networks: understanding structures and statistics of scientific networks // *Social Network Analysis and Mining*. 2012. No. 2. P. 169–187.
2. *Yevin I.A., Khabibullin T.F.* Social networks // *Computer Research and Modeling*. 2012. Vol. 4, No. 2. P. 423–430 (in Russian).
3. *Dadalko V.A., Dadalko S.V.* Metricheskie issledovanija kak forma analiza nauchnoi produktivnosti // *Analitika I nauchnoe proektirovanie*. 2019. №2. S. 125–135 (in Russian).
4. *Newman M.E.J.* The structure of scientific collaboration networks // *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*. 2001. No. 98 (2). P. 404–409.
5. *Kas M., Carley K.M., Carley L.R.* Trends in science networks: understanding structures and statistics of scientific networks // *Social Network Analysis and Mining*. 2012. No. 2. P. 169–187.
6. *Chebukov D., Izaak A., Misyurina O., Pupyrev Yu., Zhizhchenko A.* Math-Net.Ru as a digital archive of the Russian mathematical knowledge from the XIX century to today // *Lecture Notes in Comput. Sci.* 2013. Vol. 7961. P. 344–348.
7. *Malliaros F.D., Vazirgiannis M.* Clustering and community detection in directed networks: A survey // *Physics Reports*. 2013. Vol. 533, Iss. 4. P. 95–142.
8. *Newman M.E., Girvan M.* Finding and evaluating community structure in networks // *Physical Review E*. 2004. Vol. 69(2). P 026113.
9. *Blondel V.D., Guillaume J-L, Lambiotte R., Lefebvre E.* Fast unfolding of communities in large networks // *Journal of Statistical Mechanics: Theory and Experiment*. 2008. P 10008.
10. *Apanovich Z.V., Vinokurov P.S.* Visualization tools for co-author networks and citation networks of large scientific portals// *Russian Digital Libraries Journal*. 2011. Vol. 14, Iss. 3. <https://elbib.ru/article/view/308/353>.
11. *Kennedy D.* Multiple Authors, Multiple Problems // *Science*. 2003. Vol. 301(5634). P. 733.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ



ПЕЧНИКОВ Андрей Анатольевич – главный научный сотрудник Института прикладных математических исследований – обособленного подразделения ФИЦ «Карельский научный центр Российской академии наук», д. т. н. Сфера научных интересов – математическое моделирование, дискретная оптимизация, вебометрика, наукометрия.

Andrey Anatolievich PECHNIKOV – Chief Research Associate, Institute of Applied Mathematical Research of the Karelian Research Centre of the Russian Academy of Sciences, Doctor (DSc) of Technics. Research interests include mathematical modeling, discrete optimization, webometrics, scientometrics.

email: pechnikov@krc.karelia.ru,

ORCID: 0000-0002-0683-0019



ЧЕБУКОВ Дмитрий Евгеньевич – зав. информационно-издательским сектором Математического института им. В.А. Стеклова Российской академии наук, к. х. н. Сфера научных интересов – библиометрия, наукометрия, электронные библиотеки.

Dmitry Evgen'evich CHEBUKOV – Head of Information and Publishing Sector, Steklov Mathematical Institute of Russian Academy of Sciences, Candidate Chem. Sci. Research interests include bibliometrics, scientometrics, digital libraries.

email: tche@mi-ras.ru,

ORCID: 0000-0001-9738-8707

Материал поступил в редакцию 28 ноября 2020 года